

ACCESSING SYSTEM OF DIGITAL OPTICAL DISK

Patent Number: JP58091536
Publication date: 1983-05-31
Inventor(s): MAEDA TAKESHI; others: 05
Applicant(s): HITACHI SEISAKUSHO KK
Requested Patent: ☐ JP58091536
Application Number: JP19810187869 19811125
Priority Number(s):
IPC Classification: G11B7/08
EC Classification:
Equivalents: JP1935702C, JP5051973B

Abstract

PURPOSE: To position an optical disk with high accuracy, by detecting a motion of a high accuracy positioning actuator, and driving the actuator which is interlocked with this motion and executes the positioning greatly.

CONSTITUTION: A light beam emitted from a light source of an optical head passes through a substrate 11 on a disk and a UV resin 14 for constituting a guide groove 13, and forms a spot 50 on a metallic film 10. As this spot moves in the radial direction of the disk, a tracking signal 52 showing a shift of the track center and the spot center is varied as shown in figure (b). As for the tracking signal, the polarity is different depending on a position of the optical spot against the track, therefore, a passing direction of the track can be known. From the number of track passing edge signals 53 in case when a signal 91 which has compared said signal with "0" level becomes negative, the number of passing tracks can be known.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—91536

⑪ Int. Cl.³

G 11 B 7/08

// G 11 B 21/08

識別記号

庁内整理番号

7247—5D

7541—5D

⑬ 公開 昭和58年(1983)5月31日

発明の数 1

審査請求 未請求

(全 18 頁)

⑭ デジタル光ディスクのアクセス方式

⑮ 特 願 昭56—187869

⑯ 出 願 昭56(1981)11月25日

⑰ 発 明 者 前田武志

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番
地株式会社日立製作所中央研究
所内

⑱ 発 明 者 宇野元雄

国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番
地株式会社日立製作所中央研究
所内

⑲ 発 明 者 村岡幸治

国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番

地株式会社日立製作所中央研究
所内

⑳ 発 明 者 高砂昌弘

小田原市国府津2880番地株式会
社日立製作所小田原工場内

㉑ 発 明 者 溝口康充

小田原市国府津2880番地株式会
社日立製作所小田原工場内

㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内1丁目5
番1号

㉓ 代 理 人 弁理士 薄田利幸

最終頁に続く

明 細 書

発明の名称 デジタル光ディスクのアクセス
方式

特許請求の範囲

1. デジタル光ディスクにおいて、トラック通過時に発生する総反射光量を示す信号と、トラックずれ誤差信号とから、トラックを光スポットが通過する方向と通過本数を検出することによつて、光スポットのアクセス時の位置検出を行ない、また前記両信号から位置制御のタイミング信号を作成することを特徴とするデジタル光ディスクのアクセス方式。
2. ディスク半径方向に全面に渡る可動範囲を持つ第1のアクチュエータと、微小可動範囲を持ち、高応答性を持つ第2のアクチュエータとを具備し、上記タイミング信号により両アクチュエータの動作を切換えるとともに第2のアクチュエータの動作時に第2のアクチュエータの動きを検出し、この動きに従つて第1のアクチュエータを制御することを特徴とする特許請求の

範囲第1項記載のデジタル光ディスクのアクセス方式。

発明の詳細な説明

本発明はデジタル光ディスクに係り、特にサブミクロン精度の位置決めとアクセス時間を短くするために好適なアクセス方式に関する。

現在、レーザ光を回転するディスク上に蒸着された金属膜に照射し、1μm程度のスポットに絞り込み、その照射パワーを調節することによつて金属膜に熱的に穴をあける形態で情報を記録し、再生時には金属膜に微弱なレーザ光を集光、照射し、その情報穴(ピットと称する)からの反射光量の変化を用いて情報を読み取るデジタル光ディスクと称する情報処理装置が提案されている。この種の提案としては、ElectroNics誌、Nov. 23, 1978, P 75 "Ten Billion Bits Fit onto Two Sides of 12-inch disc" 等がある。この種のシステムは例えば典型的な構成としては第1図のようなものである。すなわち、直径30cmのサンドインチ構造のデジタル光デ

ディスク3が回転軸4を中心に回転モータ5によつて矢印の方向に回転している。レーザ光源と光学系から構成される光ヘッド2は磁気ディスクに使用されているシングアームアクチュエータ1に搭載されて、ディスク3の半径方向に駆動される。情報は第2図に示すディスクの部分拡大図の構造で記録/再生される。

すなわち、ガラス、又はプラスチックの基板11の上にUV樹脂14等によつて、案内溝13と称する、ある程度の幅と深さをもつ凹断面構造を作成する。その上に金属膜10を蒸着する。この案内溝13に沿つて、光ヘッドの集束スポットを案内し、上述の手段によつてビット12を形成する。再生時にも案内溝13に沿つて光スポットを照射し、反射光量を検みとる。さらに光スポットを制御する信号も反射光量から検出する。

この光スポットを制御する信号はディスクの上下振れによる焦点のずれを検出する焦点ずれ検出信号、また光スポットの中心と案内溝の中心のずれを検出するトラックずれ検出信号の2つが主な

方式を提供することにある。

従来の磁気ディスクのアクセス方式を第3図を用いて説明する。第3図はシーク制御回路ブロック図、第4図は追従制御回路ブロック図である。目標トラックまでの差の値20をデифアレンスカウンタ21に設定する。デифアレンスカウンタ21には後述するトラックパルス22が入力され、設定トラック数からトラックパルスが入力されるごとに順次減少していく。このカウントダウンされた出力23は最速速度発生回路24に入力されて、速度制御を行なう目標速度カーブを出力し、速度比較器25に入力される。速度比較器25のもう1方の入力には後述される実動速度信号26が入力されて、目標速度と実動速度の差の値が出力される。この出力がシーク制御と追従制御を切り換えるロジック回路27に入力されて、電流増幅器28に入つてポジション29を駆動する。ポジションとしては例えば、ボイスコイル型リニアモータを例にとると、コイルに流れる電流30を積分器31に入力して、積分するとこれは

ものである。これらの信号はすべて反射光量の中で、金属膜からの反射光量を使用している。

この光ディスクには、トラックピッチ16μm、とするとディスク直径300φの片面では約5万トラック、トラック当りに収納されるデータは4千バイト程度になる。これらのトラックは復数個の回転方向に存在するセクタがある。

外部からの情報を任意の位置に記録、再生するためには、まず1つのトラックを捜し出し、その後、このトラック周上にある1つのセクタを見つけるというアクセス動作が必要となる。

従来、この種の装置としては、磁気ディスクがあるが、トラックピッチが150μmから30μm程度と光ディスクに比較してピッチ間隔が1桁から2桁違う。従つて、磁気ディスクに用いられている方法では停止精度が10μm程度であるため、光ディスクには同様の位置決め方法が採用できないという問題点がある。

本発明の目的は前述の問題点を解決し、光ディスクに適した高精度の位置決めを行なうアクセス

実際にポジションが動いている実動速度を表わすことから、実動速度信号26が検出される。一方、ポジションの上に登載されたサーボヘッド32から読み出された位置信号33はトラックパルス22を発生するトラックパルス発生回路34に入力され、1つのトラックを通過する各に1つのトラックパルスを出力する。

以上のシーク制御回路ブロックによつて、目標のトラックまで最速速度カーブに従つて速度制御が行なわれる。目標トラックに達すると、第4図に示すブロックによつて動作する追従制御を行なう。すなわち、トラックの振れ X_1 とヘッドの変位 X_2 の差を位置信号再生回路35によつて検出し、位置信号33を発生する。これを位相進み回路36、位相遅れ回路37からなる補償系を通して、第3図で説明した電流増幅器28に入力する。このところで、第3図で述べたロジック回路27はシーク制御から追従制御に切り換えられ、位置信号によつてポジションが制御される。

位置信号は第5図のように、ディスク半径上を

ヘッドが変位 x だけ移動するにつれて、図のような三角波状の波形となる。黒丸の点は奇数番のトラックを示し、白丸は偶数番のトラックを表わす。トラックパルス発生回路34は零点である黒丸、白丸の点でトラックパルスを発生する。

第5図の三角波の半周期 Δ は大體トラック幅に等しい。最近の高密度磁気ディスクでは35 μ m程度である。上述の位置信号によつてポジションを制御するとポジションの構成、性能によつても異なるが、5 μ m \sim 10 μ m程度の定常的な偏差(目標点からのずれ)が生ずる。この原因は摩擦等によつて生じる。また、位置制御の過渡状態では目標点に対してオーバーシュートを起す場合があり、この量も5 μ m程度はある。

光ディスクのトラック間隔は前述の如く、現在最少16 μ m程度であるため、以上説明した制御では位置決めは困難である。また、トラックピッチは16 μ mと狭いため別の困難を生ずる。シーク制御、追従制御のために光ヘッドが多ディスクを通過するときの位置を検出するための信号を検

を検出し、通過方向によつて通過パルスの加減算を行なう。以上の問題は1つのポジションナであるが、前述のような定常偏差が小さいもので、位置決めを行なう場合に問題となる。

また1つのアクチュエータでは定常偏差が大きいため、追従範囲は狭いがトラックの位置決めを高精度で行なうことの出来る別のアクチュエータを登載して、前述のアクチュエータだけでは達成不可能な位置決め精度を2つのアクチュエータを連動させて実現する。このとき、前述の問題の上にさらに、2つのアクチュエータを制御する方式が問題となる。本発明では高精度位置決めアクチュエータの動きを検出して、この動きに連動してディスク半径全面に渡つて大きく位置決めするアクチュエータを駆動する。

以下、本発明の一実施例を第7図、第8図を用いて説明する。第7図はディスクから光ヘッドの位置を正確に検出するために、トラックを通過するときの方向とトラックを通過したことを表わす信号を作成する方法についての説明図である。第

出しなくてはならない。この種の信号としては光スポットがトラックを通過するときのトラッキング信号がある。この信号を使用してシーク制御、追従制御を行なう場合、次の問題が生ずる。シーク制御の始めと、終りの時には光ヘッドの移動速度は非常に小さくなる。この速度がトラック偏心によつて生ずる偏心最大速度より小さくなるとトラックを通過するたびにトラック数をカウントしているとカウントミスを生ずる。

すなわち、第6図において、光スポットの軌跡40は偏心の最大速度で、偏心のあるトラック群を通過した場合であり、一本一本の実線はトラックのディスク半径位置に対する時間的变化を表わしている。この場合にはトラック通過の回数と通過したトラックの数は一致する。しかし、光スポットの軌跡41は偏心の最大速度より小さな速度でトラック群を通過した場合であり、この場合にはトラック通過の回数は実際に通過したトラックの数とは一致せず、多く数えるという問題がある。そこで通過するトラックからの信号から通過方向

7図(a)において、光ヘッドの光源から出射された光線は対物レンズ(図示されない)によつて集光され、ディスク上の基板11、案内溝13を構成するUV樹脂14を通つて金属膜10上にスポット50を形成する。このとき、対物レンズのN.A.を0.50、光源の波長を830nmとするとスポットサイズ(強度 $1/e^2$ になる直径)は1.6 μ m程度となる。ディスク上に作成された案内溝のピッチを1.6 μ mとすると、このスポットが矢印の方向にディスクの半径方向に移動するにつれて、トラック中心とスポット中心とのズレを表わすトラッキング信号52は第7図(b)のように変化する。この信号の作成方法については、特開昭49-50954号に開示された2つのスポットを用いた方法、及び特開昭49-94304号に開示されたスポットウオーブルの方法、及び特開昭50-68413号に開示されたトラックウオーブルの方法、及び特開昭49-60702号に開示された回折光を用いた方法等があるが、ここでは詳述しない。またスポットが矢印の方向に移

動するとディスクからの総反射光量は第7図(c)のように変化する。総反射光量はトラック中心で最も少なくなり、トラック間の中心で最も大きくなる。総反射光量を光検出器で検出し、電気信号に変換した信号51はトラッキング信号52とは周期が等しく、位相が90°シフトした関係がある。トラッキング信号52はトラック中心では零となり、光スポットがトラックの右側、左側(ディスクの外周側、内周側に対応する)にあるかによって極性が異なる。この特徴を使用してトラックの通過方向を知ることが出来る。

ここで述べる総反射光量というのは、ある特定の開口数を持つレンズによつてディスクからの反射光を集光し、このレンズの開口を通過してきた光量の総量を示す。この種の光量はディスクに記録された情報信号を検出するために使用される。この情報信号はレンズ開口から通過してきた光束を1つの光検出器の受光面に集光して光電流に変換する、または光束を複数に分割された受光面を持つ光検出器群に照射し、それぞれの光検出器か

らの光電流の和をとる、又は光電流を電圧に変換して加算することによつて得られる。この信号を前述の総反射光量の信号51として使用できる。

以下、トラッキング信号52と総反射光量の信号51を用いて正確な位置検出を行なう方法について述べる。

第8図(a)は総反射光量の信号のAC成分を示す。同図(b)はトラッキング信号を示す。この実施例ではスポットがディスクの内側にあるときを(+)ディスクの外側にあるときを(-)とすると、光スポットがディスクの外側から内側に向つて移動し、途中で停止して逆方向に移動した場合の時間軸に対する上記の2信号の変化を示す。第8図(c)はトラックのある場所を示すトラック信号90であり、これはトラックの存在するところでは総反射光量が減少することを利用して、総反射光量の信号とある電圧E₁との比較を行ない、小さい場合に論理レベルで“0”の状態に対応させている。すると、時間軸でこの信号90の変化を観測すると波形の立ち下りはスポットがトラックを横断し始めるト

ラックのエッジに略々対応する。そこで、この立ち下りから時間幅の狭いパルス92を作成する。また、一方トラックが通過するエッジの方向を知るために、トラッキング信号52を零レベルと比較した信号(トラック極性信号と称す)91を作成する。このトラック極性信号91をトラック通過エッジ信号92のタイミングで比較することによつてトラック通過の方向を知ることが出来る。従つて、光スポットが外側から内側に向つて移動したときの通過トラックの本数を知らなければ、トラック極性信号91が負となるときのトラック通過エッジ信号93のパルス数を数えれば良い。逆方向の移動も同様である。以上説明した動作を実現するための具体的回路例を第9図に示す。総反射光量の信号51をコンパレータ93の(+)端子に入力し、(-)端子には電圧E₁を入力し、総反射光量信号51と電圧E₁の比較を行ない、信号51のレベルがE₁より大きければ論理レベルが“1”となり、他の場合には“0”となる。この出力信号90を単安定マルチバイブレータ94に

入力して、信号90の立ち下りから一定幅のパルスを作成する。この出力信号92は論理値をとるAND回路95と96のそれぞれの端子に入力される。またAND回路95と96のそれぞれの残る端子には、トラッキング信号52をコンパレータ97に入力して得られる極性信号91と、この極性信号91を反転回路98によつて反転した信号がそれぞれに入力され、光スポットがトラックを内側から外側に通過するたびにパルスが発生するプラス方向エッジ信号54と、光スポットがトラックを外側から内側に通過するたびにパルスが発生するマイナス方向エッジ信号53を出力する。従つて、これらの信号を用いて、速度制御のコントロールに必要な、アクセス中における目標トラックまでの残余のトラック数を知ることが可能となる。例えば、第9図の回路において、アクセスの方向を示すアクセス極性信号56を外側から内側に向つてアクセスする場合に論理レベルの“0”に対応させる。すると論理端子97~103からなる論理回路によつて、プラス方向エッジ信

号54がカウンタ104のU₊端子に選択されて入力され、マイナス方向エンジ信号53がカウンタ104のDown端子に選択されて入力される。また、カウンタ104にはアクセス開始時に内側にある目標トラックまでの差の絶対値55がロードされている。光スポットが外側から内側に向つて移動を開始すると光スポットがトラックを外側から内側に向つて横切るたびにマイナス方向エンジ信号53にパルスが発生し、カウンタ104の内容を減少させていく。また、光スポットが何らかの理由で途中で戻つて来て、内側から外側に向つてトラックを横切るとプラス方向エンジ信号54にパルスが発生し、カウンタ104の内容を増加させて、アクセス中の残余のトラックの正確な絶対値57を出力する。カウンタ104の内容が零になるとカウンタ104のB_B端子より、カウンタ104の内容が零になつたことを示すパルスAが発生する。このパルスAを認知することにより、光スポットが目標トラックのエッジに到達したことを知ることが出来る。

ナログ値に変換されたものであり、後の速度比較に便利な形態となつている。F/V変換器105、106の出力は差動増幅器107によつて差をとられ、その出力がそれぞれ、反転回路108の入力と、スイツチング回路109に入る。また反転回路108の出力はスイツチング回路110に入力され、スイツチング回路109を制御する信号56の反転信号によつて制御される。スイツチング回路109と110の出力は結合されて速度の絶対値を表わす信号111となる。すなわち、アクセス極性信号56は今、内側から外側に向う場合を論理レベルの“1”に対応させているので、内側から外側にアクセスする場合には、プラス方向エンジ信号54のF/V変換出力が差動出力でも+極性となり、スイツチング回路109がアクセス極性信号が“1”であることからスイツチONとなつて速度の絶対値信号111となつて表らわれる。逆に外側から内側にアクセスする場合にはアクセス極性信号56は論理レベルで“0”であることから、スイツチング回路110がアク

また、プラス、マイナス方向エンジ信号54、53を使用することによつて、速度制御のコントロールに必要となる、アクセス中における速度の絶対値を知ることが出来る。例えば、第10図の回路図において、マイナス方向エンジ信号53を周波数-電圧変換器105に入力し、プラス方向エンジ信号54を周波数-電圧変換器106に入力する。トラックピッチをP、トラック通過の速度の絶対値をVとすると、トラックを通過するたびにトラックのエッジで発生するパルス列の周波数fは、以下の式で与えられる。

$$f = V/P$$

従つて、この周波数を知ることによつて、光スポットがトラックを通過する速度の絶対値を知ることが出来、通過する方向はエンジ信号53、54の符号によつて知ることが出来る。第10図の回路は具体的にこれを実施する例である。周波数-電圧変換器(以下F/V変換器と称す)105、106の出力は、それぞれのトラック通過の極性に対応して、トラック通過の速度が電圧というア

セス極性信号56を反転するインバータ112の出力によつてスイツチONとなり、マイナス方向エンジ信号53のF/V変換出力が差動増幅器107で-極性となるが、反転回路108によつて+極性となり、速度の絶対値信号111となつて表らわれる。

次に速度制御から位置制御に切り換えるタイミングを作成する手順について、第11図を用いて説明する。位置制御のサーボ系は触形動作を行なうことを仮定して、設計されるのが通常である。これは解析の容易さと回路構成の簡単さから来ている。ところが、トラッキングの誤差信号52は第7図(b)のようにトラック位置の関数としては正弦波状に変化するものであり、制御入力としては非線形特性を持つ。このような系ではサーボ系を動作開始するタイミングが系の安定動作に重要な要因となる。第11図(a)のようにディスクの内側から外側へスポットが横切つていき、N番目の目標トラックに近づいていくと、トラッキング誤差信号52は図のように変化する。目標点115

(トラッキング誤差信号の零点)を原点とする正弦波としてトラッキング誤差信号を表現すると、安定に動作を行なうタイミング(位置制御開始の)は実数にすれば、目標点に近い+値性、-値性のピーク点の間(正弦波の位相で表現すれば $\pm\pi/2$ の間)であり、好適には、原点を対称点とする線形領域が良い。しかも、目標トラックの零点を通過する前のエッジ部分で動作させることが必要となる。以上を考慮すると、目標トラックにディスク内側から外側へと近づくときには、目標トラックの1つ手前のトラックの零点を通過して、次の正のピーク点を通過した後位置サーボ系をONにすればよい。また逆に目標トラックにディスク外側から内側へと近づくときには、目標トラックの1つ手前のトラックの零点を通過して次の負のピーク点を通過した後位置サーボ系をONする。以上を表現するための回路を第12、13図に示す。第11図の(a)、(b)、(c)、(d)はディスクの内側から外側へと近づいたときのトラッキング誤差信号52、線形領域を示す信号113、位置サーボ

系ONの信号B、目標トラックに米たことを示す信号144である。第12図において、トラッキング誤差信号52はコンパレータ117の+端子に入力され、一端子には電圧 E_1 が入力されている。電圧 E_1 のレベルは第11図(a)に示すように、トラッキング誤差信号52の目標点115に対して略々線形性を持つ正のレベルに設定する。コンパレータ117の出力はAND回路120の一方に入力され、もう一方にはアクセス値性信号56が入力される。またトラッキング誤差信号52はコンパレータ118の一端子に入力され、+端子には電圧 E_2 が入力されている。電圧 E_2 のレベルは第11図(b)に示すように、トラッキング誤差信号52の目標点115に対して、略々線形性を持つ負のレベルに設定する。コンパレータ118の出力はAND回路121の一方の入力に入り、もう一方の入力には、アクセス値性信号56をインバータ119で反転させた信号が入る。AND回路121、120の出力はOR回路122に入力され論理和をとる。このようにするとOR回路

122の出力113はアクセス値性信号56が“1”のとき第11図(b)の信号となり、アクセス値性信号56が“0”のとき第11図(c)のようになる。いずれもパルス状信号の立ち下りが、目標点を中心とする線形領域の端を表わすことになる。目標トラックの目標点115に位置制御を行なうためには、目標トラックの線形領域を知ることが必要となる。そこで、第9図を用いて説明したカウンタ104のBB出力(カウンタ内容57が零となつたときに出力される信号)Aを用いる。トラック通過のパルス54、53は第8図(f)、(g)で説明したように、通過トラックの時間的に先に表わされるエッジ部分でパルスが発生する。従つて、このパルスの立ち上り部分は略々トラッキング誤差信号のピーク点に対応している。信号Aはカウンタ104の内容が零になつた時点で立ち上るパルス信号とすると、これをフリップフロップ128に入力して、信号Aの立ち上りで立ち上ってくる信号114を作成する。信号114をAND回路123の一方に入力して、信号113をもう

一方に入力し、目標トラックの線形領域を信号114によつて選択する。AND回路123の出力を後縁エッジ反応形(マスタースレーブ形式)のフリップフロップ124に入力して、後縁エッジで立ち上ってくる位置制御開始信号Bを発生する。この信号Bはまた第13図に示す回路でも作成出来る。トラッキング誤差信号52はスイッチング回路125に入力され、また一方反転増幅器116の入力に入つて、反転され、スイッチング回路126に入る。スイッチング回路125はアクセス値性信号56によつて制御され、スイッチング回路126はアクセス値性信号56をインバータ119によつて反転させた信号によつて制御する。スイッチング回路125、126の出力は結合され、コンパレータ127の+端子に入力される。コンパレータ127の一端子には電圧 E_1 が加えられて、コンパレータ出力の立ち下りが目標点を中心とする線形領域の端を表わす信号113が発生する。後の処理は第12図の動作と同様である。この場合、トラッキング誤差信号

52の正のピークレベルと負のピークレベルは略々等しくなくてはならない。第13図は第12図の前半の部分をアナログ的に処理した場合である。

今まで述べてきた本発明を用いて、アクセス動作を行なう全体システムについて、第14図を用いて説明する。位置決め移動機構としては、光ヘッドを一体として移動してディスク半径方向に大きく移動し、かつ0.1 μ m程度の位置決め精度が可能なスイングアーム1を第1図と同様に用いている。光ヘッド2によつて検出された反射光量は光検出器(図示せず)によつて光電変換を受け、トラッキング誤差信号発生回路201と総反射光量発生回路200に入力される。ここではトラッキング誤差信号の作成方法については詳述しない。トラッキング誤差信号発生回路201からはトラッキング誤差信号52が得られ総反射光量発生回路200からは総反射光量信号51が得られる。トラッキング誤差信号52と総反射光量信号51はプラス方向エッジ信号54とマイナス方向エッジ信号53を発生するエッジ信号発生回

路202に入力され演算される。第9図にこの演算処理は詳述した。プラス、マイナス方向エッジ信号54、53はそれぞれ目標トラックまでの差を演算する差動カウンタ203と速度検出回路204に入力され、目標トラックまでの差の絶対値信号57と速度の絶対値信号111が出力される。これらについては第9図を用いて差動カウンタ203の動作を詳述し、第10図を用いて速度検出回路204の動作を詳述した。目標トラックまでの差の絶対値信号57は目標速度カーブ発生回路205に入力される。目標速度カーブ発生回路205は位置に応じて最適な速度を出力するものであり、通常、最適速度は位置の平方根に比例するものが良いとされている。ここでは、カウンタ104の出力がデジタル的に与えられているため、ROMにあらかじめ平方根のテーブルを記憶しておき、目標トラックまでの差の絶対値信号57に応じて目標速度信号206をデジタル的に出力する。目標速度信号206をD/Aコンバータ207に入れて、アナログ量に変換し、差動

増幅器208の一方の入力に入れる。もう一方の入力には速度検出回路204からの速度の絶対値信号111が入力され、差をとられる。差の出力は逆性反転回路209に入力される。この逆性反転回路209は速度の差の出力は絶対値であることから、アクセス逆性信号56の論理レベルに対応して、速度の差に符号を与える動作を行なう。従つて、この出力が符号を持った目標速度と突動速度の差となる。これがシーク制御、位置制御切り換え回路210に入り、位置制御開始のタイミング信号Bによつて制御される。すなわち、タイミング信号BがLOWのときはシーク制御となり、速度差の信号が切り換え回路210の出力に表われ、これが、スイングアーム駆動回路211を介して、スイングアーム1を駆動する。シーク制御が完了して、目標トラックに光スポットが達すると、タイミング信号Bがhighになり位置制御に切り換わる。タイミング信号Bの生成条件については第12図、第13図を用いて詳述した。位置制御の信号の流れは、トラッキング誤差信号

52がスイッチ回路211に入力され、タイミング信号Bの制御のもとにhighのとき、位相補償回路212に接続される。この出力は後述するジャンプ信号Dと共に加算回路213に入力され加算され、切り換え回路210に入る。このようにして、タイミング信号Bによつて位置制御が開始され、目標トラックに安定に引き込むことが出来る。

トラッキング誤差信号52はまたタイミング信号Bを作成するタイミング回路214にアクセス逆性信号56、信号Aと共に入力される。この回路214の動作については第12図、第13図に詳述した。

目標トラックを以上の手順で追跡し、トラックに記憶されたアドレス情報を読み出す。この読み出し手段については本実施例の中では省略している。読み出された情報をコントローラ(図示せず)に伝送し、目標トラックかどうかを判定する。

ここで言うコントローラは、磁気ディスク等で使用されている制御装置であり、通常はデータを

読み書きするための必要最低限の駆動機構と駆動回路を持つ駆動装置（これは本発明の中で詳述した）と、データを読み書きするために駆動装置に命令指令を与えて制御を行なうものである。この種の機能として、アクセス時にはコントローラに連なる計算機からの希望トラック番号を受けとり、現在読み出しているトラック番号と照合を行ない、希望トラックまでのトラック数の差の絶対値と符号を演算して、この結果を駆動装置に送出する。駆動装置がレーク制御、位置制御を自身で実行し、目標とするトラック、及びその近傍のトラックからデータを読み始めると、コントローラはそのデータを解釈し、現在読み出しているトラックの番号を知つて、以後のアクセス手順を判断する。例えば、目標トラックであればジャンプ本数信号58に1本の本数を示す信号と、ディスクのトラックが内側から外側へスパイル状に記録されているならば、外側から内側へジャンプの方向を示すジャンプ極性信号をコントローラが送出する。ジャンプ本数信号58をジャンプ起動回路

215に入力する。ジャンプ起動回路215ではジャンプの極性信号をジャンプ波形発生回路216に送出すると共に、ジャンプ本数分だけのジャンプ起動するためのパルスを持定の時間間隔をもつて発生する。ジャンプ波形発生回路216はこのパルスを受けて、ジャンプ極性信号に従つてジャンプを行なうための駆動信号Dを発生する。

従つて、目標トラックに達してこれを定常的に読み出すためにはジャンプ本数信号58はディスクが1回転する毎に1本のジャンプ本数を示す信号と外側から内側へジャンプの方向を示すジャンプ極性信号を含んでコントローラから送出される。アクセスが終了した時点で位置制御を行なつたトラックのアドレス内容を読み出したところが、目標トラックと異なっている場合には、現在読み出しているトラックと目標トラックの差がある設定数（例えば64あるいは128）より小ならばジャンプを行なうことによつて目標トラックまで光スポットを移動する。このときに、コントローラからは目標トラックまでの本数とその方向を含む

ジャンプ本数信号58を送出する。また目標トラックとの差がある設定値より大ならば速度制御を含むアクセスを起動する。これは今まで説明したアクセス手順の繰り返しとなる。

以上説明したアクセスのための基本構成、すなわち、位置検出を光ディスク上に記録された案内トラックを光スポットが通過するときに発生する総反射光量信号とトラック間誤差信号とから光スポットがトラックを外側から内側に通過するの、また内側から外側に通過するのを知ることにより、偏心、機械振動等による誤差をなくしている。速度検出にも、前述の光スポットがトラックを通過する信号を利用することにより、光スポットとトラックの相対速度の正確な検出を行なっている。アクチュエータとしては本実施例ではディスク半径全面に渡る粗い位置決めから0.1μm程度の微少な位置決めまで可能となるシングアームを用いている。

上述のアクチュエータを使用しない場合について次の実施例で説明する。

本発明の他の実施例について説明する。前述の実施例では1つのアクチュエータで、ディスク半径全面に渡る粗い位置決めと微少な位置決めを兼ねている。ところが、この種のアクチュエータでは、駆動電流に対する変位の周波数特性に問題が生じ、位置制御のサーボ系を構成した場合にカットオフ周波数を高く出来ない。従つて、粗い位置決め用のアクチュエータとは別に微少範囲しか可動出来ないが、周波数応答特性が良く、サーボ系を構成した場合にもカットオフ周波数を高くすることの出来るアクチュエータを別に設けることが望ましい。この場合、二つのアクチュエータをアクセス動作時にどのように連動させるかが問題となる。これを解決する手段を与えるのが本実施例である。

粗い位置決めアクチュエータとしては、磁気ディスクに使用されている、リニアモータを例に説明する。他のアクチュエータでも本発明の主旨は変わらない。第15図では微少範囲を追従する高応答性アクチュエータとしてはガルバノミラー、又

はビボットミラーを用いている。ディスク3は回転軸4を中心に一定の方向に回転しており、光ヘッド314は移動台315の上に搭載され、この移動台315はベース309の上をコロ310の回転に従って移動する。また移動台315は支持機構313を介してコイル311に連結され、磁石312とコイル311に流れる電流との電磁力によつて駆動される。光ヘッド314の中にはディスク上に光スポットを形成するための対物レンズ306と、光スポットをディスク面上で移動するための偏向手段としてガルバノミラー308と、ディスク面からの反射光を受光する光検出器307と、光源及び、光源からの光束を対物レンズに導く光学系、及び、反射光を光検出器に導く光学系があるがこれらは本発明を説明するのに不用であるので省略してある。

光検出器307の出力から総反射光量信号51、トラッキング信号52を作成し、トラック通過の方向を示す信号53、54を作成する過程及び、これらの信号を用いて速度制御を行なう過程は前

量に対して第20図のように変化する。リニアモータの位置決め信号としてこのトラッキング信号52を使用することも考えられるが、この信号の線形範囲はトラック幅の程度しかないので、追従精度がこの範囲内にないと制御は不能となる。通常のリニアモータでは追従精度が2~3 μ mから大きい場合には10 μ m程度にも達する。しかし、トラックピッチはデジタル光ディスクにおいて、高密度情報記録を行なうために16 μ m程度であり、トラック幅は0.8~0.6 μ m程度になる。従つてトラッキング誤差信号52を使用してトラック中心405を目標にしてリニアモータの位置決め制御を行なうことは不可能である。そこでトラッキング誤差信号より線形領域が広くて、目標追跡しているトラックとリニアモータとのずれを表わす信号を作成し、この信号を用いて、リニアモータの位置決めを行なう必要がある。この種の信号としては、光スポットのガルバノミラーによる追従軌跡がある。すなわち、第21図において点線で示した円形領域は対物レンズの

実施例に詳しいので、同一ブロックを提示するだけにして説明は省く。位置制御のタイミング信号Bをトラッキング誤差信号52から作成するブロック214、ジャンプ機能を行なう部分も同様なので省く。位置制御の手順についてのみ説明する。位置制御のタイミング信号Bによつてスイッチング回路211は閉じトラッキング誤差信号52を位置補償回路212に導き、制御系の安定性、追従性能を向上する位置補償を行ない、ジャンプ信号Dと加算回路213で加算された後、ミラー駆動信号Eとなる。ミラー駆動信号Eはガルバノミラー駆動回路305を介してガルバノミラー308を駆動し、光スポットをトラックに追跡させる。この状態では、粗アクトユエータを位置決めする位置の目標信号がないので位置決めの信号を作成する必要がある。

ここで、この位置決めの信号について説明する。光スポットを後述する対物レンズの視野の中心に固定して、リニアモータがディスク面上を半径方向に移動するとトラッキング誤差信号52は移動

視野402であり、軌跡403がガルバノミラーによつて追跡しているトラックの時間tに対する軌跡である。レンズ視野402の中で追従トラックは時間に対して図示のごとく偏心によつて正弦波状に変化する。レンズ視野402の中心404は対物レンズがリニアモータの移動台に固定されていることから、このレンズ視野中心404もリニアモータと一体となつて動く。ガルバノミラーの中立点(機械的にミラーをリニアモータの移動台の上に設定したときに決まる)はバネ支持機構であるため、駆動信号Eが零のときは一義的に定まり、通常ガルバノミラーが中立点にあるときに、対物レンズ視野402の中心404に光スポットが位置されるように調整されている。このように調整される理由はレンズ視野内の中心がレンズの残存収差が最も少ないことによる。レンズ視野内の光スポットの移動量とガルバノミラーの回転角との間には光学的な配置関係と対物レンズの焦点距離から定まる一定の線形関係が存在する。従つて、レンズ視野中心から光スポットが追跡して

いるトラックまでのずれはガルバノミラーの回転角から知ることが出来る。

また、ガルバノミラーの回転角は駆動信号Eから知ることができる。ガルバノミラーの回転角は駆動信号Eの周波数成分によつて異なる特性（すなわち、周波数特性）を持つているが、この特性は既に知られている。第20図においてレンズ視野の中心404をトラック中心405に一致させて、リニアモータを停止させた状態でガルバノミラーを駆動して、光スポットを対物レンズの視野の端から端まで移動させても、前述と同様にトラック誤差信号52が検出され、このときのガルバノミラー駆動信号Eは目標トラック中心405では零となり、レンズ視野の片端ではマイナス、他の端ではプラスの極性を持ち、レンズ視野内の光スポットに対して線形な関係となり、線形領域は対物レンズの視野全体に渡る。

第15図において、駆動信号Eをガルバノミラーの周波数特性をシュミレートする回路300に入力し、光スポットのレンズ視野中心からのずれ

信号Fを作成し、位置制御のタイミング信号Bによつて閉じられるスイッチング回路316を介して位相補償回路301を通つてリニアモータを駆動する。このようにして、リニアモータの位置は光スポットがレンズ視野の中心に来るように制御される。このとき、光スポットのレンズ視野中心からのずれ信号Fは線形領域は広く、少なくとも100μm程度はあるので、リニアモータの追従精度が2~3μmあつても問題はない。

第21図において、実線の内形領域406は上述の動作を行つた後の対物レンズの視野である。

すなわち、光スポットがトラック軌跡403を追跡している結果、光スポットとレンズ視野中心407のずれを検出して、リニアモータの位置決めが行なわれるので、光スポットに対してリニアモータと一体になつたレンズ視野中心（白丸で示した）407が追従しているが、前述した位置決め誤差δ（追従精度と説明した）の分だけずれている。この位置決め誤差はリニアモータの位置決めサーボ系の特性によつて異なるが、第21図で

は大きな偏心分に追従できるサーボ帯域を持つ場合について図示した。本発明においてリニアモータ位置決めサーボ系の帯域を向上させることは別の効果を持つ。それは対物レンズの視野中心の近傍に光スポットが常に来るように制御されるため、残存収差の少ない領域が使用出来るようになる。その結果、光スポットのスポットサイズ（光強度分布が最大値の $1/e^2$ になる直径）が最も小さくなり、再生時には記録された穴からの再生信号の振幅が大きくなり、記録時には一定の径の穴を開けるために必要とされる光源の発光パワーが小さくてすむ。また逆に考えると、デジタル光ディスクに必要とされるスポットサイズが一定値に決められると、ガルバノミラーを用いて対物レンズ視野内でスポットを移動する方式に比較して、視野の中心だけで収差を小さくすれば良いので、対物レンズは構成するレンズ枚数が少なくなり、軽量、小型、安価になる。

駆動信号Eから光スポットのレンズ視野中心からのずれ信号Fを作成する回路300の一例を第

16図に示す。駆動信号Eはバッファ増幅器302に入り、ガルバノミラーの周波数特性に似せた電気回路に送出される。通常のガルバノミラーの駆動電圧（又は電流）対偏向角の特性は2次の低域フィルタの特性を示すので、この実施例では容量 C_1 、 C_2 、抵抗 R_1 、 R_2 、バッファ増幅器304からなる2次の低域アクティブフィルタを用いている。この出力は従つて、ガルバノミラーの偏向を表わすことになる。ガルバノミラーの偏向とレンズ視野上でのスポットの動きは通常線形の関係にあるので、線形増幅器303を介して、感度の補正（偏向角とスポット移動量との）を行なうことによつて光スポットのレンズ視野からのずれ信号Fを得る。

光スポットのレンズ視野からのずれ信号を検出する方法として、前述のミラー駆動信号Eから電氣的にシュミレートする以外に直接ミラーの偏向角を検出する方法がある。第17図にその具体例を示す。光源から出た光束328は光軸329に沿つてミラー320に入射し、45°方向に反射

され対物レンズに光路を曲げられる。ミラー320の裏面には永久磁石321がとりつけられ、それを囲むコイル322に流れる電流によつて電磁力を発生し、軸受331を中心に回転する。軸受331は支持棒330によつて光ヘッドの一部332に固定されている。軸受331は可塑性のあるゴム材で形成されている。この構造は一種のピボットミラーである。偏向角を検出するため、発光ダイオード326からの光線束をレンズ327によつてミラー320の反射面に集光し、その反射光線束を2つの光検出器323、324で受光する。ミラー320によつて反射された光束の光軸329が駆動電圧零の状態に対物レンズの光軸と一致する様にアライメントされた後、発光ダイオードからの光線束が光検出器323、324に等しく受光される様に調整する。すると、光検出器323、324の出力を差動増幅器325に入力して、両者の差をとると、その出力 F' はミラーの偏向角を表わす信号となる。このようにミラーの偏向角を直接検出する方法は、機械的な

ミラー320が機械的に振動を行なうことを防ぎ、設定点に停るように制御する。位置制御のタイミング信号Bがhighになると、トラッキング調整信号52を通過させ、ミラーによる光スポットのトラック追跡を行なう。一方ミラー偏向信号 F' は感度補正のための増幅器334を介してスイチング回路316に入力され、位置制御のタイミング信号Bがhighのときだけ通過し、リニアモータを駆動し、レンズ視野の中心にミラーで追跡しているトラックが位置するように制御する。

また、微小範囲だけを高応答性を持つて追従するアクチュエータとしては第19図に示す2次元アクチュエータがある。これは対物レンズ340を焦点合せのために光軸342に平行に移動すると同時にトラッキングのために光軸に垂直に移動する機構である。第19図(a)は上から見た平面図であり、(b)は横から見た側面図である。光軸342はミラー343によつて曲げられ、対物レンズ340の光軸に一致している。対物レンズ340は金属性のスパイラル状をしたリングパネ341

振動によるミラーの動きを知ることが出来るため、粗い位置決めするとき、リニアモータが最大数の加速、減速を行なうことによつて、リニアモータ上に搭載されたミラーが振動する可能性のある場合に有効である。すなわち、ミラーの動きを検出して、ミラーを最初の設定点に位置決めを行ない、対物レンズの光軸が変動することを防ぐことが出来るからである。従つて、信号 F' は粗い位置決めをリニアモータの速度制御で行なつているときには前述の動作に使用し、ミラー320を偏向して光スポットを微少に位置決めするときには、レンズ視野の中心からのずれ信号として使用することが出来る。以上述べたミラー偏向角の直接検出した信号 F' をアクセスに用いた実施例を第18図に示す。リニアモータを用いた速度制御は今まで説明した実施例と同様であり、同じブロック番号で表わした部分は共通なので説明は省略する。スイチング回路333は位置制御のタイミング信号Bが速度制御ではLowであるので、この期間だけはミラー偏向信号 F' を通過させ、偏向ミラ

によつて支持され、パネの外周部をおさえる枠体361はトラック方向を駆動するための支持部347に連結されている。パネの内周部に連結された枠体362の下方にはコイル344が巻かれ、永久磁石345とセンターポール346とヨークから成る磁気回路によつて電磁的にコイル344に流れる電流により光軸に平行に対物レンズ340を駆動する。ミラー343はセンターポール346の上に結合されている。一方第19図(b)で分るように、支持部347の先端にはコイル348が巻かれており、永久磁石349、センターポール350とヨークからなる磁気回路により、トラック半径方向に駆動される。リングパネ341をおさえる枠体361には滑り軸受351が結合され、滑り軸受351には軸352が接触しており、軸352は軸を支持する台353に取りつけられて、ベースに固定されている。トラック半径方向には従つて、対物レンズを光軸に平行に駆動する機構とミラー342が一体となつて駆動される。以上の構造ではリニアモータでトラックの位置決めを

行なう場合にはレンズ視野の中心が二次元アクチュエータのトラツク方向の移動と一致することから対物レンズ340とミラー342を一体に支持している機構の位置ずれを知れば良い。

そこで、滑り軸受351に永久磁石354をととりつけ、軸支持部353を固定するベース上にホール素子355、356をととりつけて、両者の出力の差を差動アンプ357に入力すると、差動アンプの出力は、2つのホール素子355、356の幾何学的な中心と永久磁石354のずれを示す。永久磁石354を対物レンズ340の光軸から滑り軸352に下した直線の延長線上に配置すると、2次元アクチュエータがトラツクを追跡すると、対物レンズの光軸とトラツクの位置は一对一の対応関係があることより、差動アンプ357の出力はリニアモータに設定されたホール素子355と356の幾何学的な中心とトラツクとのずれを表わすことになる。従つて、差動アンプ357の出力をリニアモータの位置制御の信号 P' として使用する。

れ、偏光ビームスプリッタ502によつて収束レンズ505の方向に光路が曲げられ、収束レンズ505により収束点506に向けて集光される。収束レンズ505と収束点506の間に光検出器507を配置する。(b)図は光検出器507の構造とトラツキング信号52、情報信号512の検出手段を説明するものである。光検出器507は二分割された光検出器508と509とから構成され、トラツキング信号52はこれらの光検出器からの出力を差動増幅器510によつて差をとることによつて得、情報信号512は光検出器508と509の出力の和を加算器511によつてとることにより得る。

また、第23図は2つのスポットを用いたトラツキング信号検出方式の原理図であり、(a)図において、第22図の(a)図と異なる点はカップリングレンズ503の後に回折格子514を配置して平行光束を3つに分離する点にある。このようにすると、ディスク面上に3つのスポットが形成され、中の1つのスポットをトラツクの真中に配置され

以上、粗い位置決めは行なえるが追従精度の良くないアクチュエータと、狭小範囲の可動範囲しか持たないが高応答性であり追従精度を高く出来るアクチュエータとを組み合わせて、全体として高応答、追従精度の高いアクセスを実現することが本実施例によつて可能となる。

以上の説明では、情報信号の検出方法とトラツキング誤差信号の検出方法については詳細な説明を省略したので、ここでこれらの方法について第22図、第23図、第24図を用いて詳細に説明する。第22図は回折光を用いたトラツキング信号検出方式の原理図であり、(a)図は光学系の簡単な構成を示す。まず光源504(例えば、半導体レーザ等)からの光線をカップリング用レンズ503によつて平行光に変換し、偏光ビームスプリッタ502を通つて、1/4波長板501を経て対物レンズ500によつて、回転軸4の回りに回転する光ディスク3上に収束する。この反射光は対物レンズ500を再び通過し、1/4波長板によつて、入射光とは偏波面が90°だけ回転さ

るようにし、残りの2つのスポットをトラツクの真中から微かにずれた量だけ対称的に配置する。光検出器513を収束レンズの収束点506上に配置すると、この上では(b)図で示すように、斜線で囲つた3つのスポットが形成される。光検出器513はこの3つのスポットに対応して3つの独立した光検出器から構成される。真中の光検出器からの出力はバッファ増幅器515を通つて情報信号512になり、残り2つの光検出器からの出力は差動増幅器510に入つてトラツキング信号52を発生する。

さらに第24図はウォープリング、及びブリクウォープリングトラツキング信号検出方式の原理図であり、(a)図において光検出器516は収束レンズ505の収束点506に置かれ、第22図の光学系と同様な構成となる。(b)図において、光検出器516は単一の受光部を持つ光検出器であり、光検出器面上に形成される光スポット(斜線で囲つた領域)も1つのものである。光検出器516の出力をバッファ増幅器517で増幅すると情報

信号512になり、これをエンベロープ回路519を通して記録されたデータ信号の影響を除去し、ウォープリング、又はブリウォープリングを行なっている周波数を中心周波数に持つ帯域フィルタ520に通してウォープリング、又はブリウォープリングの成分を抜き出し、同期検波回路521に入れる。同期検波回路521には基準位相を持つウォープリング周波数の信号522が入力され、同期検波を行なつてトラック信号52を得る。基準位相を持つ信号522はブリウォープリングの場合には情報信号512から作られ(詳細は特願昭53-68793号明細書を参照のこと)、ウォープリングの場合は光ヘッド、又は偏向器をトラック方向に駆動する信号から作られる。

次に、情報信号512から総反射光量信号51を検出する手段について述べる。案内溝18に情報ビット12がない場合には情報信号512は総反射光量信号51に等しい。ところが、情報ビット12が存在すると、情報信号512は第25図(b)のように第7図(c)に対応して変化する。実験と

点線で囲まれた部分は情報ビットによる反射光量の変調を表わしている。この信号512を第25図(a)に示すようにパツファ増幅器523を介してエンベロープ検波回路524に入れ、パツファ増幅器525を介して出力すると総反射光量信号51が得られる。このとき、エンベロープ検波回路524の時定数を決めるコンデンサC、抵抗Rの値は時定数が情報信号512の中の情報ビットによる最低繰り返し周波数より十分小さく、かつトラックを通過するときの総反射光量信号51の最高繰り返し周波数より十分高くなるように選ぶ。トラック信号52についても情報ビットによる影響をなくするため、上述と同様な手段が考えられるが、これについては昭和56年9月4日付特許出願の「光スポット制御方式」に詳しいので省略する。

以上説明した如く本発明によれば、従来の磁気ディスクに比較してトラック線密度が2桁から1桁高い光ディスクにおいて、トラックの偏心等が存在する中で目標とするトラックへ0.1μm程度とい

う高精度と従来の磁気ディスク並みのアクセス時間を達成することが出来る。

図面の簡単な説明

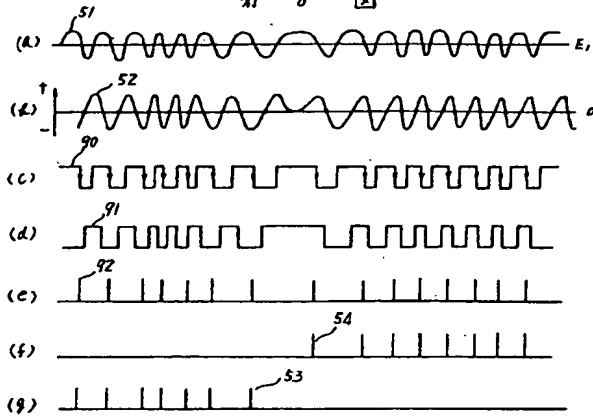
第1図はデジタル光ディスクの概略構成図、第2図はディスクの部分拡大断面図、第3図、第4図は磁気ディスクのアクセス方式を説明するための回路ブロック図、第5図は磁気ディスクにおけるトラック誤差信号を示す図、第6図は光スポット軌跡と偏心の関係を説明する図、第7図(a)、(b)、(c)はトラック通過時の信号検出方法を説明する図、第8図は位置検出方法を説明するための波形図、第9図は位置検出を説明するための回路ブロック図、第10図は速度検出を説明するための回路ブロック図、第11図は位置制御のタイミングを説明するための波形図、第12図、第13図は位置制御を説明するための回路ブロック図、第14図は本発明のアクセス方式の一実施例を示すブロック図、第15図は本発明のアクセス方式の他の実施例を示すブロック図、第16図は本発明に用いられるアクチュエータのシミュレート回路

の構成図、第17図は本発明で用いられるミラー偏向検出方法を説明するための図、第18図は本発明のアクセス方式のもう一つの実施例を示すブロック図、第19図は本発明で用いられる2次元アクチュエータの構成を示す図、第20図、第21図は本発明を説明するための図、第22図(a)、(b)、第23図(a)、(b)、第24図(a)、(b)及び第25図(a)、(b)は本発明で用いられるトラック誤差信号と総反射光量信号の検出方法を説明するための図である。

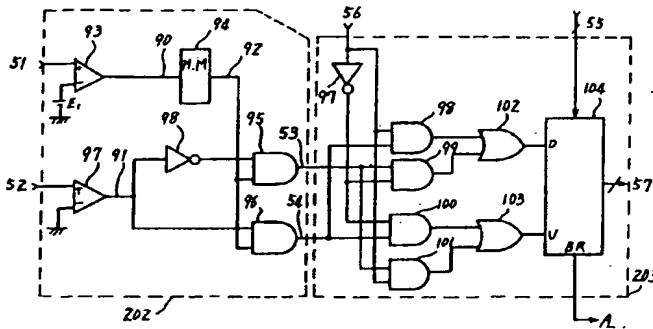
代理人 弁理士 薄田利幸



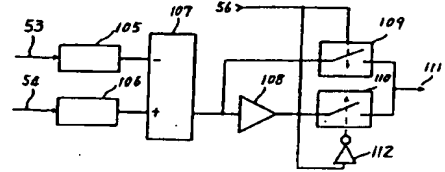
第 8 図



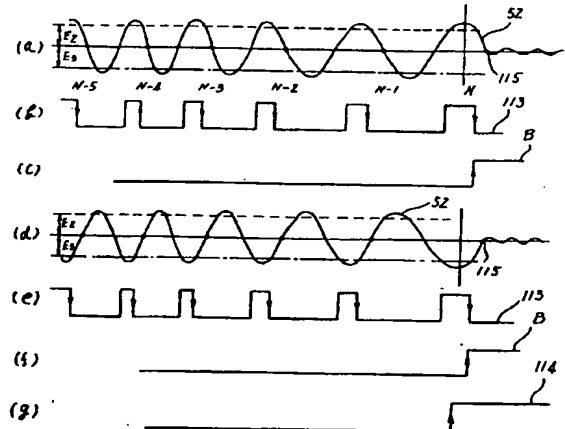
第 9 図



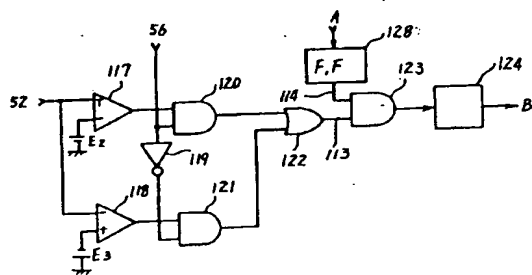
第 10 図



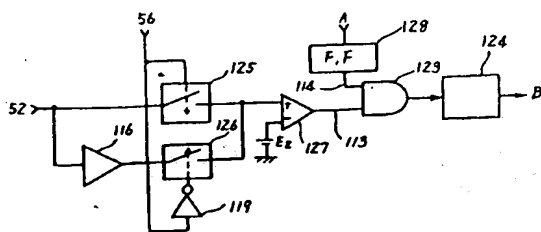
第 11 図



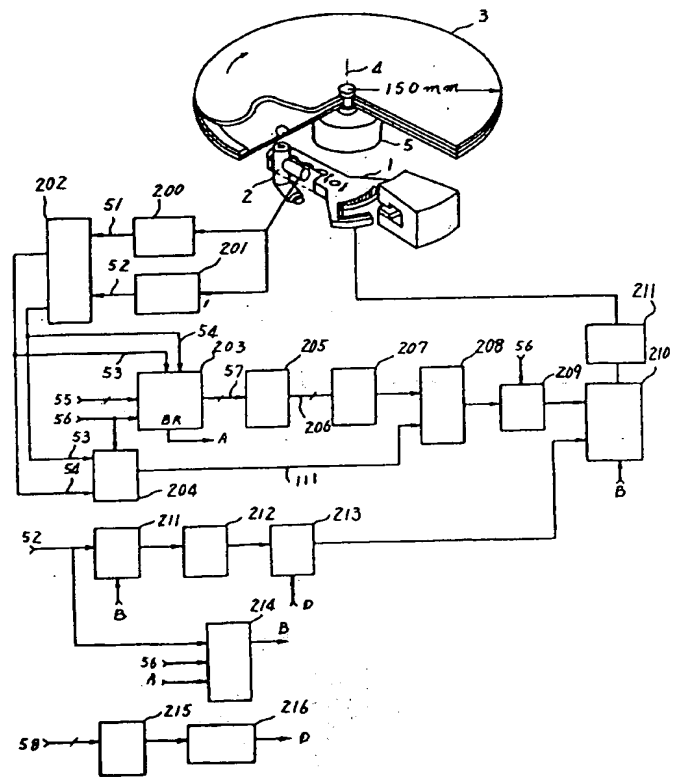
第 12 図



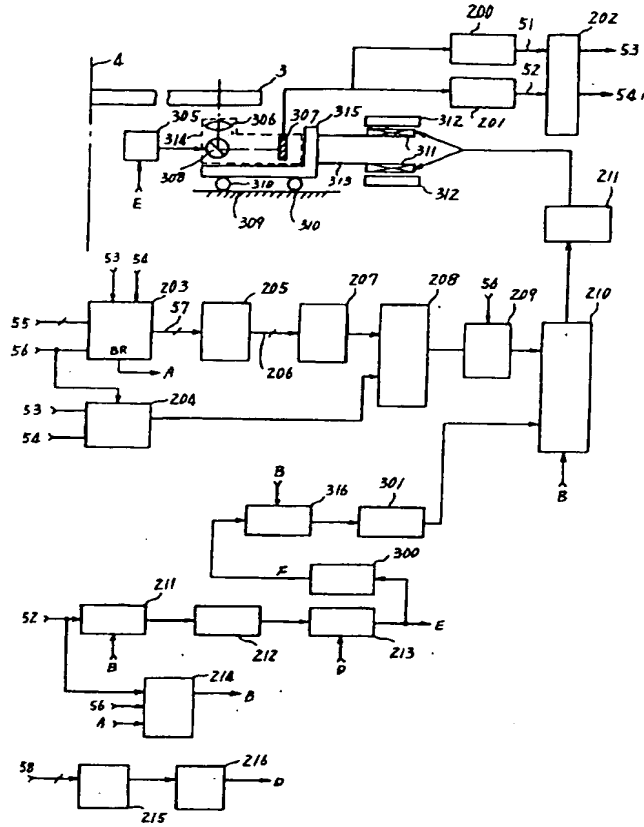
第 13 図



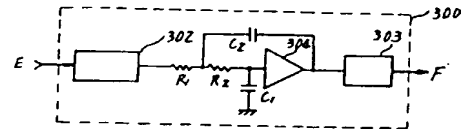
第 14 図



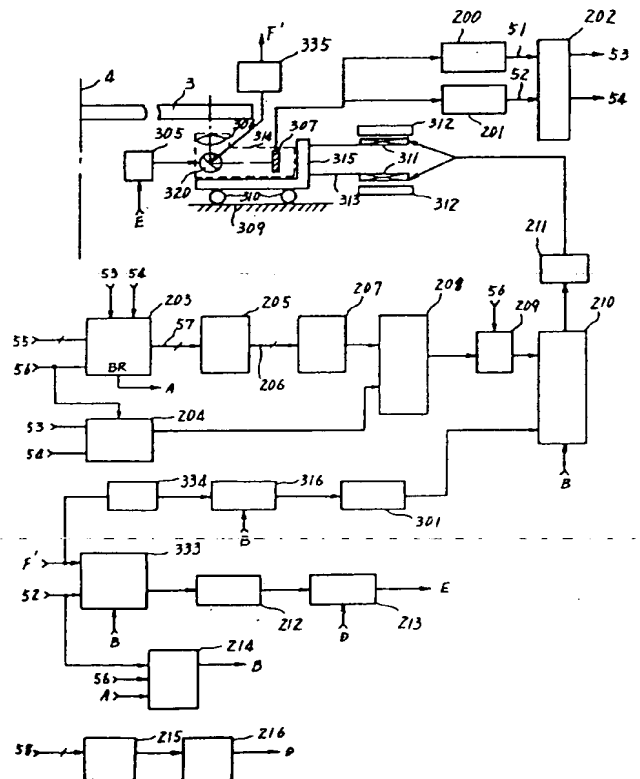
第 15 図



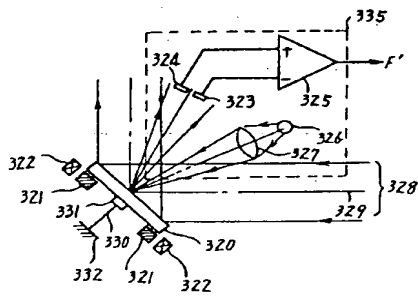
第 16 図



第 18 図

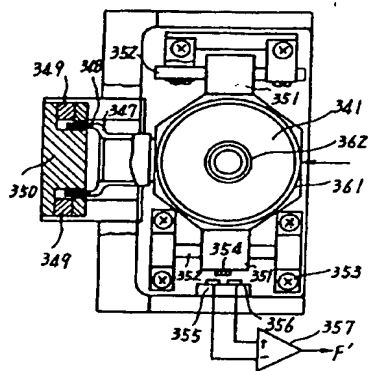


第 17 図

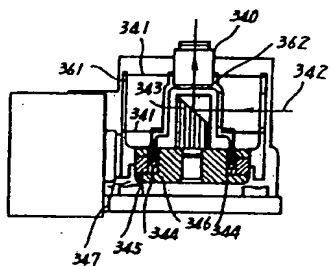


第 19 図

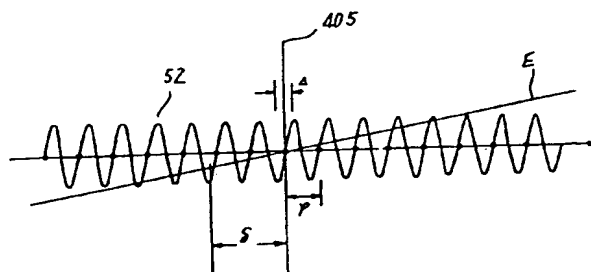
(a)



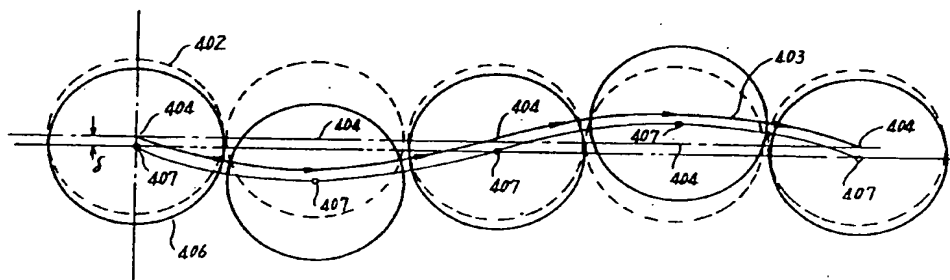
(b)



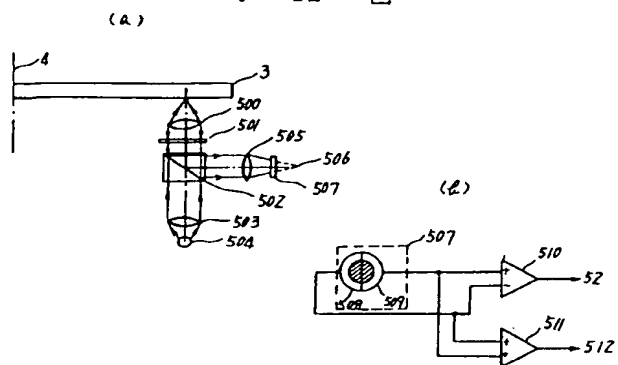
第 20 図



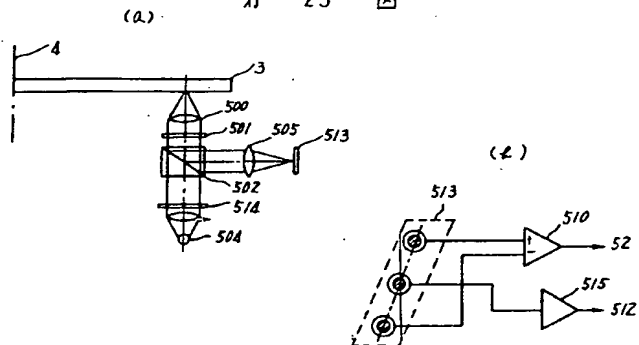
第 21 図



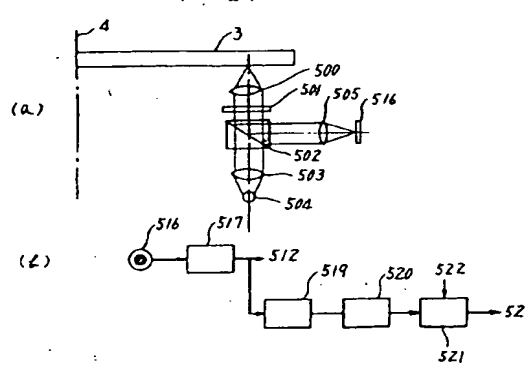
第 22 図



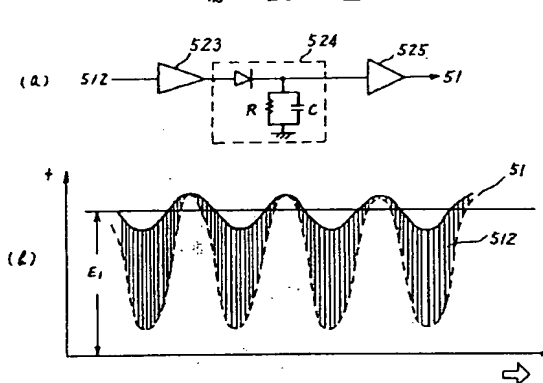
第 23 図



第 24 図



第 25 図



第 1 頁の続き

⑫発 明 者 金田徳也

小田原市国府津2880番地株式会

社日立製作所小田原工場内